

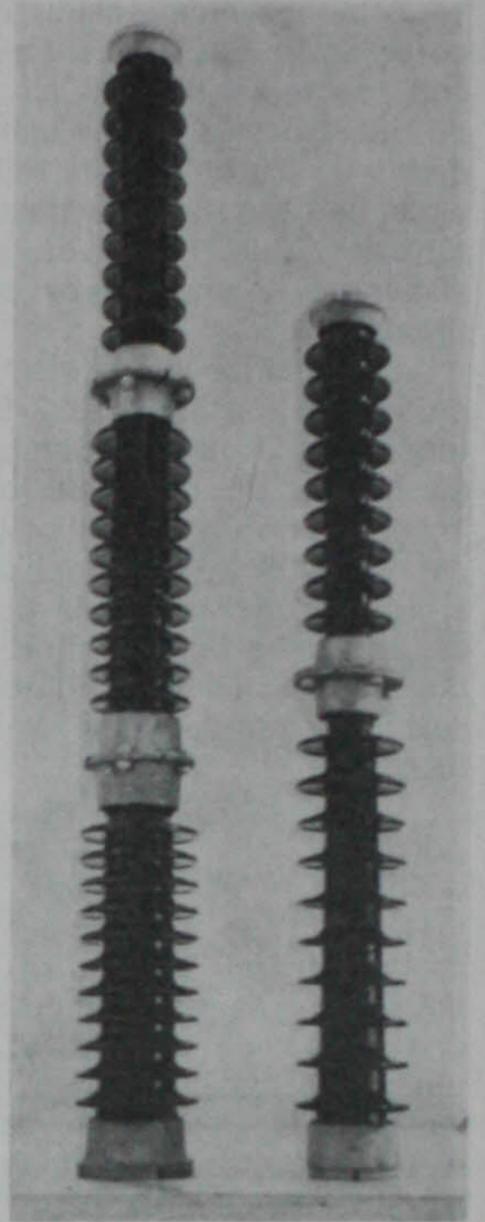
Isolantes e isoladores*

MANUEL TAVARES DE PINHO

Engenheiro Electrotécnico (U.P.)

2.2.5 — Perdas dieléctricas

É um facto universalmente conhecido o das perdas de energia nos materiais isolantes; há as que resultam de fugas de corrente e há as que se devem aos atritos intermoleculares, umas que têm a sua origem nas heterogeneidades incluídas, outras que surgem sempre, mesmo em substâncias que se supusessem puras, dado que são consequência da constituição própria da matéria. Como factor comum a reuni-las está o efeito da sua existência e da sua manifestação visível que sempre se traduz por desenvolvimento de calor, com elevação de temperatura, do que resulta, como atrás já mencionámos, toda uma série de «lesões» eventuais nos isolantes que podem tornar proibitivo o seu emprego em determinadas circunstâncias; acresce ainda, como consequência indesejável, o caso em que o valor da própria perda de energia atinge incomportável importância, seja em correntes fortes (mau rendimento de exploração), seja em correntes fracas (atenuação exagerada de sinais). Tomando em conta que certos tipos e certos graus de perdas têm de ser considerados e aceites fatalmente, o ajustamento mútuo entre a melhor utilização dos materiais e essas perdas vai reclamar conhecimentos respeitantes aos aspectos vários



Colunas de 220 kV e 150 kV formadas com os novos tipos ASC

que estas podem ter para poder escolher o «mal menor» para cada caso.

É, assim, com a intenção de esclarecer alguns desses aspectos, que nos propomos passá-los em revista nas considerações que vão seguir-se; e para facilidade de enquadramento e de exposição, tomá-los-emos separadamente, segundo as habituais categorias com que costumam ser apresentados: condutibilidade, polarização (ou orientação) e histerésis. No primeiro caso, as cargas responsáveis pelas perdas deslocam-se à escala macroscópica, em extensões de milímetros ou mesmo de centímetros; no segundo, à escala do átomo, em movimentos da ordem do angström; no terceiro, à escala molecular, com deslocamentos de média extensão quando comparados com os anteriores.

2.2.5.1 — Perdas por condutibilidade

Vimos já, ao tratar doutras características, que os isolantes apresentam sempre um certo número de electrões, por vezes mesmo de iões, que facilmente se deslocam sob a acção dum campo eléctrico externo; são cargas resultantes da inclusão de impurezas de materiais nitidamente condutores, não totalmente elimináveis com qualquer processo

* Continuação dos números 59, 60, 61 e 62.

de purificação ⁽⁶⁾; a aplicação duma tensão não pulsatória vai obrigá-las a um percurso no isolante, originando a formação duma corrente eléctrica de natureza idêntica à que se estabelece em condutores sujeitos a igual tratamento, pelo que pode afirmar-se que em qualquer isolante, por muito bom que seja, passa sempre uma certa intensidade de corrente quando ele se sujeita a determinada d.d.p.

Têm, pois, os isolantes graus tais ou tais de condutância, a que correspondem resistências, grandes certamente, mas não infinitas, as quais associadas às correntes que as percorrem dão origem a perdas por efeito joule, de valor determinado conforme a qualidade material do dieléctrico; caracterizadas deste modo, são estas perdas chamadas *perdas por condutibilidade*.

Do mesmo modo por que dividimos a resistência, podemos considerar condutâncias de massa e de superfície, a que correspondem certamente condutibilidades traduzidas por perdas de energia do género apontado.

Tudo o que se disse no § 2.2.2 e suas divisões a respeito das influências a que pode ser sujeita a resistência eléctrica dos isolantes tem agora, também, completa validade, no sentido de esclarecer o modo por que todo o mecanismo da condutibilidade será influenciado; abstemo-nos, por isso, de repetir aqui as explicações então dadas.

2.2.5.2 — Perdas por polarização

Ao tratar do fenómeno da polarização, foi posta em destaque a deformação sofrida pelos átomos e pelas moléculas dum meio isolante quando se sujeitam à acção dum campo eléctrico externo; os dipolos que se formam vão seguindo as variações que o campo lhes impõe, rodando ou distorcendo-se conforme a sua natureza ou a sua liberdade de movimentos, e dão origem, ao «roçarem» entre si ou com outras partículas, a perdas por atrito ou por viscosidade; são as perdas chamadas *de polarização* ou *por orientação molecular*.

Em baixas frequências, dado o lento processo de orientação das cargas, é sempre baixo o valor das perdas, o mesmo acontecendo em frequências elevadas, em que os dipolos, não conseguindo acompanhar as bruscas mutações do campo, se vão mantendo imóveis; mas há no intervalo frequências para as quais são máximas as perdas; varia a sua gama com o material considerado, mas corresponde sempre à respectiva zona de dispersão da permitividade dieléctrica (§ 2.2.4): os vários dipolos, conforme a sua inércia, começam a deixar, em grupos, de seguir o campo, e embora se movam (com velocidades progressivamente decrescentes), vão provocar aumento relativo na velocidade dos que ainda o acompanham; daí um crescimento no atrito, traduzido num acréscimo de perda, coincidente, assim, com a zona mencionada.

2.2.5.3 — Perdas por histerésis dieléctrica

Vimos já, ao tratar da permitividade, qual o «aspecto» que tomam as cargas num condensador após a aplicação nas suas armaduras duma d.d.p.

de natureza não ondulatória; e também vimos que esse «aspecto» se vai modificar a partir do momento em que for suprimida a d.d.p.; não vimos, no entanto, porque nesse caso não tinha interesse, o que se passaria durante uma subida e durante uma descida de tensão, assunto de que nos ocuparemos a seguir.

Imaginemos que dispomos de uma d.d.p. do tipo atrás citado e que podemos variá-la desde zero até um certo valor máximo, que podemos reduzi-la de novo até ao zero e que, mesmo, podemos inverter o seu sentido até um máximo simétrico do outro; da sua aplicação a um condensador resultará a criação no dieléctrico dum campo eléctrico de intensidade correspondentemente variável e, por consequência, toda uma gama de possíveis intensidades de solicitação a prever sobre as cargas existentes no isolante.

Ao partir do zero de tensão para valores crescentes, vão os iões e os electrões do dieléctrico corresponder à actuação do campo, primeiramente o grupo dos mais leves ou de maior mobilidade, depois em grupos sucessivos, de graus de movimentação cada vez mais dificultada; cada grupo, assim, será sensível a determinado valor do campo eléctrico e comportará aqueles dipolos que, nessa circunstância, definirão o estado de carga do condensador, a qual irá subindo, pois, em geito de degraus, de modo descontínuo, ainda que contínuo seja o crescimento da tensão. Atingido o máximo convencional para esta e iniciado o processo de descida, o fenómeno vai reproduzir-se, agora certamente no sentido inverso, e os grupos vão deixando as posições a que antes se forçaram, na tentativa de repor a situação ocupada primitivamente; no entanto, por inércia e por dificuldades de movimentação, há nessa tentativa um determinado atraso à solicitação do campo eléctrico, o que significa que, para cada valor de d.d.p. aplicada em valores crescentes, a carga do condensador não é igual à que se detecta em valores decrescentes, ficando sempre maior neste caso devido a esse atraso. Não é, pois, de estranhar que ao chegar de novo ao zero de tensão se revele no condensador a existência duma carga, algumas vezes importante se no dieléctrico forem favoráveis as propriedades: mais não é, no fundo, que a carga residual correspondente a um estado que é peculiar a todo o condensador.

Se, atingido o zero, prosseguirmos na baixa de tensão (agora negativa) até valor simétrico do máximo anterior e em seguida voltarmos outra vez ao zero, fenómenos idênticos aos que descrevemos irão ocorrer, começando pela redução até ao zero da carga residual manifestada, seguindo-se, depois, a «criação» de nova carga de sinal contrário ao da primeira, nova redução após «tocado» o máximo arbitrado para a d.d.p. e assim sucessivamente. Acabando por ter atingido um estado já realizado anteriormente e a partir do qual, se quisermos re-

⁽⁶⁾ Há algumas substâncias isolantes que pela sua própria natureza, podem apresentar electrões livres sensíveis ao campo exterior e outras que, em certas circunstâncias (por exemplo, sob a acção do calor) podem cindir em iões algumas das moléculas, acrescendo, assim, a condutibilidade (iónica e electrónica) devida às impurezas.

petir a experiência, serão reproduzidas, como por decalque, todas as situações por que já havíamos passado. Gràficamente registada a evolução das relações carga-tensão, tem a figura resultante um aspecto característico de histerésis e, por isso, por analogia ao que se passa no campo magnético, se lhe dá o nome de ciclo histerético.

O ciclo histerético traduz, assim, claramente o que na descrição anterior assinalámos: cada um dos valores da tensão aplicada tem correspondentes dois valores de carga ou (o que apresenta validade igual) a mesma carga pode realizar-se com dois valores diferentes da tensão; nesta acepção as coisas «correm» como se essa carga eléctrica fosse transportada pelas forças do campo desde um ponto de potencial determinado até um outro de potencial distinto, e procedendo assim, o campo «fez» trabalho, «gastou» energia que se degradou no dieléctrico em perda simples, pois nada de útil resultou no exterior. Ao descrever o ciclo, o campo eléctrico dissipou, assim, uma energia que retirou da fonte geradora e fácil é verificar que o seu valor é proporcional, directamente, à área definida no gráfico a que aludimos; compreende-se, ainda, que, se em vez de uma tensão contínua, for alternada a d.d.p. que aplicarmos, a perda total ao fim dum certo tempo será função também da frequência (número de ciclos que então se descrevem).

Há, no entanto, uma particularidade interessante que importa assinalar: crescendo a frequência, vai sendo reduzida a área do ciclo de histerésis e com isso a perda respectiva; em frequências elevadas, tal área é mesmo nula, o que certamente anula totalmente as perdas histeréticas. É simples a razão do facto: ao subir da frequência, vão muitas cargas, ou por razões de inércia ou por dificuldade de movimentação, deixando de corresponder à variação sofrida pelo campo, pelo que às altas frequências só as mais leves vão acompanhando o movimento, até que a partir de certa frequência nenhuma mais pode já acompanhar a rapidez da alternância de solicitação a que fica sujeita; os dois valores da d.d.p. que à mesma carga correspondem vão sendo cada vez mais próximos, até que no limite assinalado, o ciclo de histerésis se transforma numa simples linha. As perdas, que eram nulas para frequência zero e são nulas a partir de agora, passaram certamente por um máximo em determinada frequência; isto sugere que a perda é função da frequência numa expressão em que o valor desta é afectado dum expoente que depende certamente do material considerado.

É claro que as alterações que podem afectar o dieléctrico (temperatura, humidade, etc.) têm influência decisiva no valor das perdas histeréticas; é por isso indispensável fixar previamente as condições de uma medida se queremos obter grandezas válidas e comparativas.

2.2.6 — Resistência à luz do arco eléctrico

Esta e as demais características eléctricas que trataremos a seguir não são de interesse tão geral como as que temos considerado, mas como em dadas circunstâncias podem tomar um súbito inte-

resse, merecem, por isso, que lhes façamos referência, pelo menos.

Há, na verdade, substâncias que se alteram quando sujeitas à acção directa dum arco voltaico; a violenta luminosidade deste nelas provoca mudanças físicas ou químicas, mórmente à superfície, que tornam condutor o material, em alguns casos com aspectos curiosos (p. ex., condutibilidade revelada sòmente a certas temperaturas).

O fenómeno tem especial influência no comportamento de material de alta tensão, onde a ocorrência de arcos se torna mais viável e onde as consequências são certamente de maior gravidade, em face à perda do isolamento a que conduzem.

2.2.7 — Resistência à corrosão por electrólise

Nas zonas onde têm lugar as ligações do dieléctrico com peças metálicas, algumas vezes aparecem casos de electrólise, apresentando a corrosão correspondente nos metais e no isolante; certas substâncias há, de facto, que na presença de humidade, de calor, ou dum ambiente poluído se podem comportar como se fossem electrólitos, dessa circunstância resultando consequências de certo modo graves, nalguns casos atingindo mesmo a total destruição do isolamento. Pelo facto é responsável a mobilidade dos iões gerados no isolante, a sua valência e o seu peso, e a desagregação dos materiais efectua-se exactamente como se se tratasse dum vulgar processo electrolítico.

De interesse especial em isoladores de alta tensão, onde devido a campos mais intensos pode o fenómeno ser muito mais notado, não é a corrosão electrolítica citada vulgarmente; mas não será de atribuir-lhe, parcialmente pelo menos, algumas das destruições verificadas em isoladores determinados e cujas causas não foram totalmente investigadas?

2.2.8 — Resistência à efluviação

Contra o que à primeira vista podia parecer, não vamos falar aqui da resistência que aos produtos da efluviação possam opor os isolantes; não seria isso mais do que um fenómeno de natureza química e não é isso que agora nos interessa. O que se pretende destacar é a redução de qualidades que certas substâncias apresentam quando submetidas durante um determinado tempo à ionização do ar circunvizinho; há como que uma incorporação suplementar de iões na massa do isolante e disso se ressentem directamente a sua rigidez dieléctrica, que vai decrescendo com a duração da exposição. É, aliás, mesmo essa redução na rigidez que é tomada como meio para comprovar as qualidades de isolantes de diferente natureza.

Todavia, não podemos afirmar que se trate de uma característica importante; excluídos raros casos em que a efluviação se estabelece e se mantém num ambiente estático, a movimentação do ar, devida ao vento ou a diferenças locais de temperatura, atenua fortemente o ataque iónico de que pode ser alvo o dieléctrico, que, como é compreen-

sível, é mais de temer em instalações de alta tensão em interiores.

2.3 — Características mecânicas

Como estamos a tratar de propriedades de isolantes sólidos (restrição já mencionada no § 2.1), são as características mecânicas as de mais interesse logo após as de natureza eléctrica; na verdade, se fossem destituídos de qualquer das formas habituais de resistência, para pouco serviriam os isolantes sólidos, pois não suportariam o peso, as tracções e as pancadas que os condutores transmitem por seu intermédio. Os diferentes modos de incidência duma acção mecânica exigem ao isolante a resistência adequada, donde ressalta seja necessário conhecer as suas características para efectuar em cada caso a escolha mais apropriada.

2.3.1 — Tensões limites de ruptura mecânica

Qualquer que seja o tipo considerado da solicitação mecânica (tracção ou compressão, choque ou flexão, corte ou torção), é possível sempre definir, como no caso dos metais, um valor unitário para a resistência, ou seja uma *tensão limite de ruptura mecânica*; esse valor permite comparar possibilidades nos diferentes materiais e é ponto de partida para calcular aproximadamente as secções e os perfis que devem resistir.

Contudo, uma tensão limite, não é, nos dieléctricos, uma grandeza definida, a menos que se fixem condições determinadas para a sua medição; na verdade, ela varia, nos casos mais gerais, com o valor da temperatura, com a pureza da composição físico-química, com a sua rede estrutural, com o modo de aplicação da carga actuante no provete de medida e com as dimensões e o formato deste mesmo; é dependente, ainda, do modo por que tal provete se associa às armaduras transmissoras dos esforços incidentes e, também, em larga escala, do estado de tensão com que, interiormente, o material se pode apresentar.

Justificada fica, assim, a afirmação anterior, quando se disse que a tensão limite serviria, só dum modo aproximado, para calcular a secção a resistir; exige prudência e bons conhecimentos tecnológicos dos diferentes materiais o projecto de peças isolantes que vão ficar sujeitas a cargas mecânicas, para não se darem exageros às medidas (conduzindo a custos fantasistas), nem se fique aquém das cotas necessárias para garantir com êxito o que se pretende. Esta questão é da máxima importância em instalações de alta tensão, locais onde pela própria natureza do emprego, podem os isolantes receber as mais diversas solicitações, dinâmicas ou estáticas, dos mais diferentes graus de intensidade.

2.3.2 — Módulo de elasticidade

Um isolante raramente é empregado solto, mas sim associado e fixado às armaduras ou ferragens, as componentes de metal nas quais aplicamos as tensões eléctricas e as cargas mecânicas da insta-

lação onde se encontram; indispensável, pois, é preparar determinadas superfícies do isolante e dos metais para que possam ser ligados entre si, seja isso feito por outro material estranho aos dois (cimento, liga metálica fundida, etc.), seja realizada por aperto a ligação (cones, parafusos, etc.). A transmissão de esforços entre o dieléctrico e a ferragem que lhe associarmos cria sempre um problema delicado em qualquer caso e vão nele intervir os módulos de elasticidade das substâncias postas em presença; conforme os seus valores, se manterão ou não abaixo do limite elástico as deformações provocadas, daí resultando que, se o excederem, em breve vão surgir fracturas ou fissuras, com a ruína, pois, da ligação; para um bom êxito, há, pois, que preparar as superfícies e que eleger os seus formatos, ao mesmo tempo tendo em conta as qualidades do ligante (se o houver) e o modo por que é conduzida a operação. Basta, por vezes, uma simples falha e o insucesso é certo; o isolante não terá, possivelmente, culpas, mas quase sempre lhe são atribuídas...

2.4 — Características térmicas

Muito importantes são também as características térmicas dos dieléctricos; o seu comportamento perante as variações de temperatura a que na sua «vida» útil virão a estar sujeitos pode ser razão de escolha ou de rejeição imediata de um ou de outro material, pois se a sua contextura é tal que facilmente dá, por essa causa, motivo a rupturas, a fracturas ou a simples falhas, nada pode aconselhar o seu emprego.

São, pois, fundamentais as seguintes:

2.4.1 — Coeficiente de dilatação

Ao alterar-se-lhes a temperatura, todos os materiais sofrem mudanças de volume e não escapam a tal regra os dieléctricos; uma mudança de volume pode operar-se livremente (se se encontra solto o objecto ou encaixado noutro material que sofre igual deformação) ou condicionadamente (se o encaixe é feito em material de deformação diferente); restringindo estas considerações às variações térmicas do ambiente, únicas que de momento nos interessam para os casos correntes, nota-se que no primeiro caso nada acontece que mereça atenções, mas no segundo podem suceder situações graves. Na verdade, a deformação condicionada ou mesmo impedida pela rigidez do encaixe vai transformar-se no desenvolvimento de tensões mecânicas que podem atingir as tensões limites de ruptura do isolante, inutilizando-o; cria-se, assim, um caso idêntico (idêntico nas consequências, que não nas causas) ao que já foi apontado ao tratar do módulo de elasticidade (§ 2.3.2.): uma ligação mal estudada ou mal realizada entre isolante e uma ferragem ou o emprego dum ligante mal escolhido podem estar na origem de muitos prejuízos que, menos esclarecidamente, poderão vir a ser atribuídos a más qualidades do isolante.

Por ser extremamente importante, será este assunto retomado ao tratar de isoladores.

2.4.2 — Resistência às variações de temperatura

Independentemente das fissuras ou fracturas provenientes de deficiências nas ligações que acabamos de referir, pode o próprio dieléctrico perder qualidades quando repentinamente submetido a variações de temperatura; como, em geral, é muito baixa a condutibilidade térmica dos dieléctricos e na prática acontece que essas variações de temperatura não incidem simultaneamente em todos os seus pontos, formam-se, assim, determinados gradientes térmicos de ponto para ponto e que originam diferentes variações de volume em zonas contíguas; estamos perante o caso já atrás apontado de deformações condicionadas e da consequente criação de estados tensionais que, sem mesmo conduzir à ruptura imediata, podem afectar a «saudade» do material a ponto de vir a provocá-la num prazo longo ou curto se tais variações se forem repetindo; tudo dependerá da sua frequência, da sua amplitude e do número de vezes que o fenómeno já se produziu.

Há que distinguir, no entanto, os casos em que as variações de temperatura são suaves ou são bruscas (choque térmico); de idênticas consequências, é o choque térmico o que é mais de temer, pois que, originando maiores gradientes de temperatura na massa dieléctrica, de mais importância são as tensões internas que conduzem à fadiga rápida e logo à ruptura.

2.5 — Características físico-químicas

Na sequência desta «revista» feita às qualidades dos dieléctricos, surgem agora as de carácter físico-químico que, de importância considerável, vão tratar-se, ocupando este lugar na «série» já apontada somente porque algumas terão que estar no fim, outras no meio e outras no início de qualquer exposição que delas fale.

Será posta em relevo em cada caso a sua importância e começaremos, arbitrariamente, por falar da:

2.5.1 — Inalterabilidade

Além das solicitações eléctricas, mecânicas ou térmicas a que um dieléctrico pode estar submetido, há, ainda a considerar outras acções que sobre ele incidem normalmente e poderão conduzir à degradação de qualidades inicialmente consideradas como boas; são essas acções provenientes dos agentes da natureza, tais como a idade, o calor, o frio, a luz solar, a erosão, a chuva, o ar, enfim, numa multiplicidade de reacções, de corrosões, de mudanças estruturais que virão a afectar grandemente as aptidões que o material inicialmente apresentava. É evidente que dieléctricos sensíveis deste modo não devem ser aplicados, pelo menos em instalações onde não seja de prever limite na sua duração, mesmo porque nem sequer se sabe a partir de qual momento será de exigir substituição imediata, por atingir exagerado grau degradativo uma ou outra das suas características.

Esta questão da estabilidade físico-química dos isolantes é das que pelos utentes menos têm sido consideradas; geralmente, as avarias são atribuídas arbitrariamente a outras causas — pois que tantas há que possam por elas ser responsabilizadas... — quando, simplesmente, a causa verdadeira pode estar na supressão de qualidades que o material apresentava antes; é por isso que se chamam para isto as atenções, na prevenção de eventuais deficiências interpretativas ao investigar uma avaria.

2.5.2 — Porosidade

Se um dieléctrico de excelentes qualidades absorver a humidade atmosférica, além da deterioração que isso provocar, perderá as suas características de isolamento, pois que passará a condutor; um dieléctrico não pode pois ser poroso, sob pena de não ter utilidade no ramo electrotécnico.

A absorção pode não ser de humidade, pode ser de gases ou vapores; pode não ser devida à chuva caída em limitados períodos, mas resultante de uma infiltração de meses ou de anos, progressivamente; em qualquer caso, tem sempre a mesma consequência: a supressão do carácter isolante do material considerado.

Um outro aspecto que as infiltrações às vezes apresentam é o estilhaçamento do isolante, devido à congelação da humidade absorvida; durante invernos frios, muitas fendas e fracturas são assim causadas, especialmente se se trata de isolantes de baixa qualidade, apresentando ao mesmo tempo tensões de ruptura reduzidas.

2.5.3 — Corruptibilidade química

A poluição atmosférica muitas vezes é constituída por gases, por vapores ou por poeiras de carácter agressivo para os materiais sobre os quais incidem; especialmente na presença do orvalho ou nevoeiro, podem produzir-se reacções do tipo mais inesperado, com prejuízo grave para a integridade do isolante.

Há, pois, que ter em conta a influência eventual do ambiente, ao eleger o dieléctrico a empregar naqueles locais onde se possa suspeitar duma acção química; não é um material qualquer que serve em qualquer ponto ou num caso qualquer, pois, sendo importante permanença incorruptível, há que escolhê-lo cuidadosamente e atender à sua contextura ou à composição de modo a eliminar (ou a minimizar) as consequências dum ataque.

2.5.4 — Fendilhamento

Alternâncias de secura e humidade, conjugadas com determinadas variações de temperatura, podem dar origem em certos dieléctricos ao aparecimento de fissuras internas ou externas que, sem afectar, de momento, as suas características, podem levar mais tarde à sua destruição, seja por ruptura mecânica ou eléctrica interna, seja por arco exterior provocado pela acumulação de sujidades nas fissuras afectando a superfície. O fendilha-

mento, como se lhe chama, também pode ter origem na luz solar directa (ultra-violetas) que, além de decompor a área exposta de certos dieléctricos, lhes dá um aspecto de gretado característico, onde a deposição de sujidades ou orvalhos conduz rapidamente a lesões graves, à destruição do isolante a breve trecho.

2.5.5 — *Consistência a quente*

Para garantir o isolamento, há que empregar, entre outras exigências, um dieléctrico de espessura tal que, separando os pontos de tensão diferente, seja bastante para conferir-lhe carácter permanente (§ 1.4); se, por acções externas ou internas, sobrevêm alterações no dieléctrico que

reduzam o valor dessa espessura, as condições iniciais de segurança deixam de verificar-se e o isolamento corre o risco de romper-se.

Ora acontece que se encontram substâncias que amolecem quando cresce a temperatura, e desse modo, se as ferragens a que estão ligadas não tiverem garantida doutro modo a rigidez das suas posições, surgirão deformações na espessura, cujas consequências acabamos de apontar.

As elevações de temperatura podem ser devidas não somente ao ambiente, mas também a excesso de perdas dieléctricas; em qualquer caso, o emprego desses materiais só será de aconselhar, como isolantes, naquelas circunstâncias em que estejam comprovadamente ao abrigo do calor.

(*Continua*)

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA
Direcção-Geral dos Serviços Industriais

Manda o Governo da República Portuguesa, pelo Secretário de Estado da Indústria, que, de harmonia com o disposto no Decreto n.º 37 683, de 24 de Dezembro de 1949, sejam considerados produtos de fabricação nacional os transformadores de intensidade de baixa tensão da marca *Frapil-Saci*, fabricados pela Frapil — Construções Eléctricas, S. A. R. L., com as características comerciais a seguir indicadas:

Tipos TI 1, TI 1p, TI 2 e TI 3

Secretaria de Estado da Indústria, 3 de Novembro de 1969. — O Secretário de Estado da Indústria, *Rogério da Conceição Serafim Martins*. (9743)
